

**ВЛИЯНИЕ КИСЛОРОДНО–ГЕЛИЕВОЙ СМЕСИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА**
О.Н. Жук¹, В.Н. Никандров¹, Е.В. Домашевич²

¹Институт физиологии НАН Беларуси, nadulich@mail.ru

²Республиканский центр спортивной медицины, Беларусь

Введение. Эмоциональные, интеллектуальные, физические напряжения систем организма сопровождаются возрастанием потребности в кислороде. К его дефициту чрезвычайно чувствительны головной мозг, миокард и скелетные мышцы [1]. Подготовка спортсменов и их участие в соревнованиях разного уровня сопровождаются резким напряжением функционально–метаболических резервов организма и в ряде случаев – угрозой их полного истощения. В этой ситуации особое значение приобретает разработка и применение технологий, обеспечивающих предотвращение и компенсацию наступления кислородного голодания. Одним из эффективных путей уменьшения кислородного дефицита в тканях является использование подогретых кислородно–гелиевых смесей (КГС). Гелий – инертный газ, который по своим физическим свойствам способен ускорять доставку кислорода к альвеолярным мембранам, не оказывая какого–либо негативного действия на системы организма и, прежде всего, на дыхательную, кровеносную системы и функцию головного мозга [2, 5]. Способность гелия обеспечивать проникновение кислорода к тканям за счет выполнения функции инертного переносчика и улучшение насыщения тканей кислородом дает возможность выдерживать большие физические нагрузки без истощения резервов организма и нарушения метаболических процессов в нем. Еще в 1919 году было предположено, что азотного наркоза удастся избежать, если кислород в дыхательной смеси частично заменить гелием [2]. Дышащие такой смесью дайверы могли сохранять «чистоту сознания» и функционировать на глубинах, на которых при дыхании воздухом из–за азотного наркоза они полностью теряли возможность действовать осознанно [6]. Было доказано, что при длительном дыхании такой смесью не происходит отрицательных сдвигов в организме человека, нет угрозы изменений в генетическом аппарате, поскольку гелиевая атмосфера не влияет на развитие клеток и частоту мутаций [2]. Гелий как средство респираторной терапии облегчает проникновение кислорода в кровь легочных капилляров. Чем ниже плотность газа или смеси, тем меньше аэродинамическое сопротивление и, следовательно, тем меньше потребуется усиленной работы дыхательных мышц. Физические свойства гелия – плотность при температуре 20 °C – 0,178 кг/м³ – в восемь раз ниже плотности кислорода (1,429 кг/м³), в семь раз ниже плотности азота (1,250 кг/м³), теплопроводность гелия в 5,8 раза выше таковой азота, а растворимость в жирах в 4,5 раза меньшая, чем у азота (при нормальном барометрическом давлении) – формируют при дыхании отличные от воздуха физиологические эффекты КГС. Воздействия КГС на ламинарный (в мелких периферических дыхательных путях) и турбулентный (в верхних дыхательных путях) потоки, связанные с зависимостью аэродинамического сопротивления от биофизических характеристик КГС, различаются. Сопротивление дыхательных путей при ламинарном потоке зависит от вязкости газа (величины вязкости

Не и воздуха практически одинаковы) и при применении КГС не возрастает, а при турбулентном потоке – от плотности газов и при применении указанной смеси значительно снижается [10]. Диффузионная способность гелия почти в три раза выше, чем кислорода (соответственно 2,68 и 0,96), и, следовательно, гелий быстрее проникает в плохо вентилируемые пространства. Учитывая низкую растворимость его в крови (в 3,7 раза меньше, чем кислорода), гелий медленнее поглощается легочным кровотоком и остается в плохо вентилируемых пространствах, оказывая антиагглютинативное действие. Указанные эффекты имеют решающее значение в восстановительном процессе, улучшая тканевое дыхание при циркуляторной гипоксии, неизбежно сопровождающей высокие физические нагрузки.

Подогретая КГС быстро подводит кислород и эвакуирует углекислый газ, равномерно согревает паренхиму легких, быстро снимает переохлаждение организма, эффективно снижает температуру тела при воспалительных заболеваниях. Такое сочетанное действие позволяет применять принципиально новые методы лечения больных с инфекционными заболеваниями легких, бронхиальной астмой [4], хроническими обструктивными бронхитами [3], при развитии одного из опасных симптомов легочных заболеваний – острого гиперкапнического состояния [5, 11, 12].

Представляется логичным и целесообразным применение КГС в спорте в качестве оперативного средства расширения границ адаптации организма к повышенным физическим нагрузкам и восстановления спортивной работоспособности после их завершения.

Целью настоящей работы явилась комплексная оценка состояния функциональных систем организма спортсменов игровых видов спорта на фоне ингаляций кислородно–гелиевой смеси.

Методы исследования. Работа выполнена на базе олимпийского спортивного комплекса «Стайки». В исследовании приняли участие 23 спортсмена, из них 11 членов женской сборной команды по волейболу и 12 спортсменов мужской сборной команды по баскетболу. В команде волейболистов 7 человек получали ингаляции КГС (экспериментальная группа), 4 человека не получали (контрольная группа). В команде баскетболистов в экспериментальной группе было 7 человек, в контрольной – 5.

КГС, подаваемая через аппарат АКГС–31 конструкции Минского НИИ радиоматериалов содержала O_2 – 25% и He – 75% и была подогрета до 40 °С. Продолжительность одного сеанса КГС составляла 10 минут, количество сеансов – 10. Для определения напряжения углекислого газа и кислорода крови (pCO_2 и pO_2) был использован анализатор газов крови “PHOX Plus L”. Для оценки биоритмов организма проводили комплексное компьютерное обследование спортсменов с помощью цифрового анализатора «ОМЕГА–С», который, регистрируя ЭКГ, частоту сердечных сокращений, артериальное давление, электрическую активность мозга выполняет математическую обработку данных и выводит следующую информацию: вариационный анализ; нейродинамический анализ; картирование биоритмов мозга; фрактальный анализ. Из вариационного анализа представлены значения уровня тренированности и резерва тренированности (B1 и B2); из нейродинамического – уровень и резерв энергетического обеспечения (C1 и C2) и из картирования биоритмов мозга – уровень и резерв управления (D1 и D2). Значение этих показателей дано в %.

Проводили сравнительный анализ результатов до и после тренировки – в контрольной и экспериментальной группах и между этими группами. Результаты представлены как среднее арифметическое \pm стандартное отклонение, статистическая значимость оценена с помощью критерия Манна–Уитни для непараметрических выборок. Различия считали значимыми при $p \leq 0,05$. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 6.0.

Результаты исследования. Анализ изменения парциального напряжения в крови углекислого газа и кислорода показал, что после тренировки у волейболисток наблюдалось повышение pO_2 ($66,58 \pm 11,17$ до тренировки и $73,06 \pm 5,07$ мм рт. ст. после тренировки, $p < 0,05$). Вероятно, это связано с тем, что при тренировочной нагрузке недостаток кислорода покрывался еще во время самой работы, происходила адаптация к режиму тренировки, в результате чего повышалась вентиляция легких, и она нарастала быстрее, чем интенсивность нагрузки. Тем не менее, параллельно происходило значительное увеличение среднего уровня pCO_2 ($32,66 \pm 2,51$ мм рт. ст. до и $35,16 \pm 2,02$ мм рт. ст. после тренировки, $p < 0,05$). У мужчин–баскетболистов после тренировки изменений среднего уровня pCO_2 не выявлено, но наблюдалось статистически значимое снижение pO_2 (с $75,48 \pm 2,69$ до $73,34 \pm 2,51$ мм рт.ст., $p < 0,05$). Это может быть обусловлено тем, что тренировочный процесс у баскетбольной сборной более сложен, чем у волейболисток. Около 70% всех движений баскетболиста носит скоростно–силовой характер – рывки, прыжки, быстрый пас, все это требует способности проявлять силовые качества в кратчайший промежуток времени. При работе такой мощности нарастают частота сердечных сокращений, минутный объем кровообращения и, соответ-

ственно, происходит увеличение потребления кислорода [13]. Ингаляции КГС у спортсменов как женской, так и мужской команд сами по себе не оказали значимого влияния на средний уровень исследуемых показателей ($p \geq 0,05$). После тренировки у женской сборной отмечено снижение уровня pO_2 ($81,2 \pm 8,82$ против $70,72 \pm 6,82$ мм рт. ст., $p < 0,05$), также значимое снижение отмечается и в уровне pCO_2 (с $35,1 \pm 3,2$ до $33,24 \pm 2,34$ мм рт. ст., $p \leq 0,05$). После тренировки у спортсменов мужской команды по баскетболу, получавших ингаляции КГС, отмечен более высокий средний уровень pO_2 по сравнению с контрольной группой спортсменов ($73,34 \pm 2,51$ против $79,24 \pm 1,15$ мм рт. ст., $p \leq 0,05$) (рис.1).

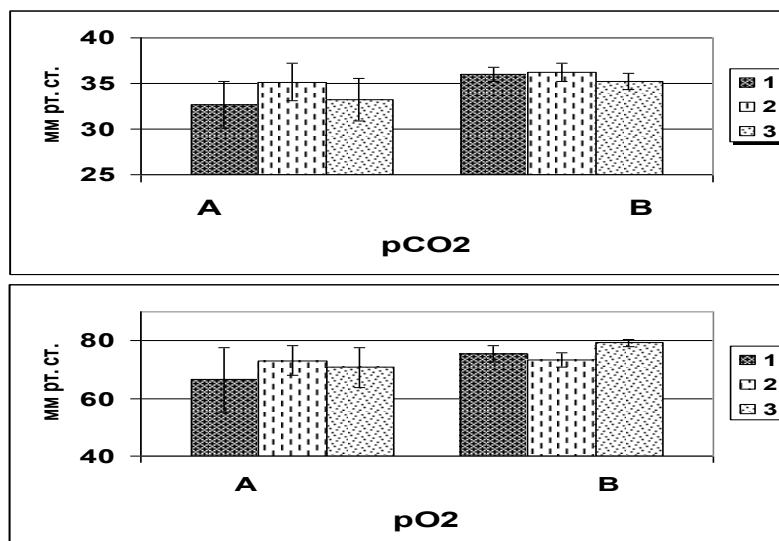


Рисунок 1 – Парциальное напряжение углекислого газа и кислорода в крови спортсменов игровых видов спорта (А – волейбол, Б – баскетбол).

1 – контрольная группа до тренировки; 2 – контрольная группа после тренировки;
3 – экспериментальная группа после тренировки.

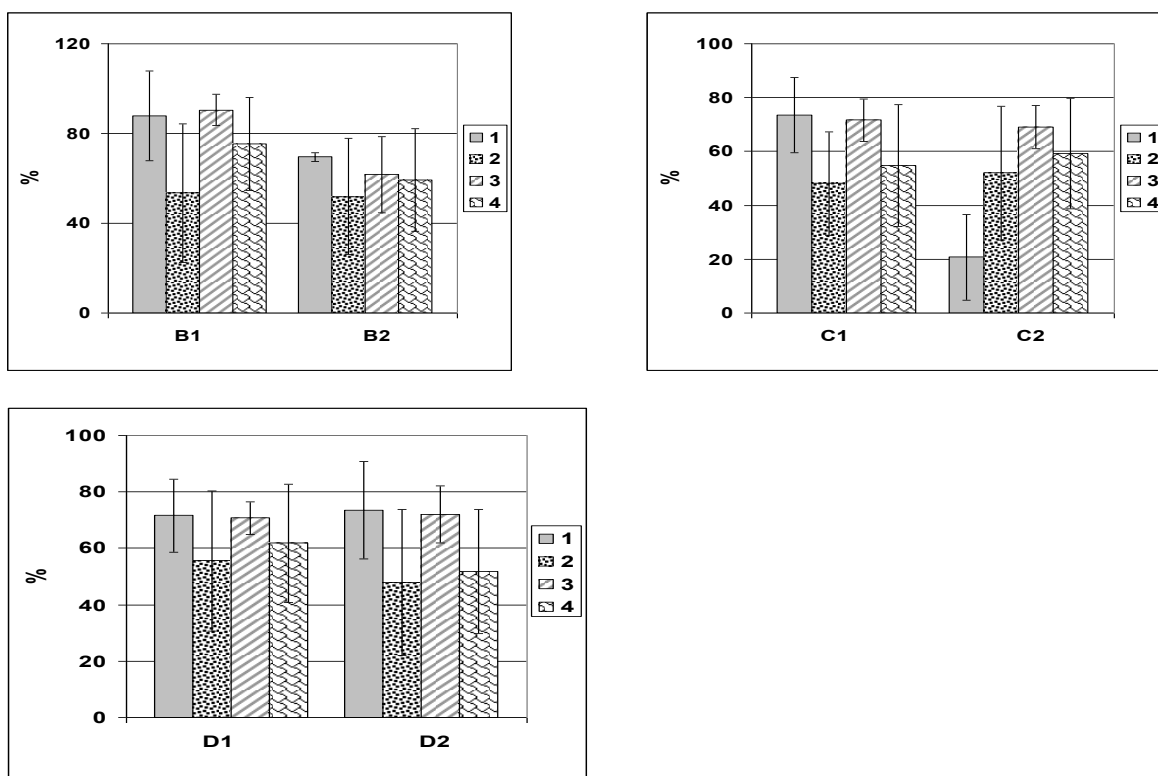


Рисунок 2 – Изменения показателей функционального состояния организма волейболистов при ингаляциях КГС

В1 – уровень тренированности; В2 – резерв тренированности;
 С1 – уровень энергетического обеспечения; С2 – резерв энергетического обеспечения;
 D1 – уровень управления; D2 – резерв управления.
 1 – контрольная группа до тренировки; 2 – контрольная группа после тренировки;
 3 – экспериментальная группа до тренировки; 4 – экспериментальная группа после тренировки.

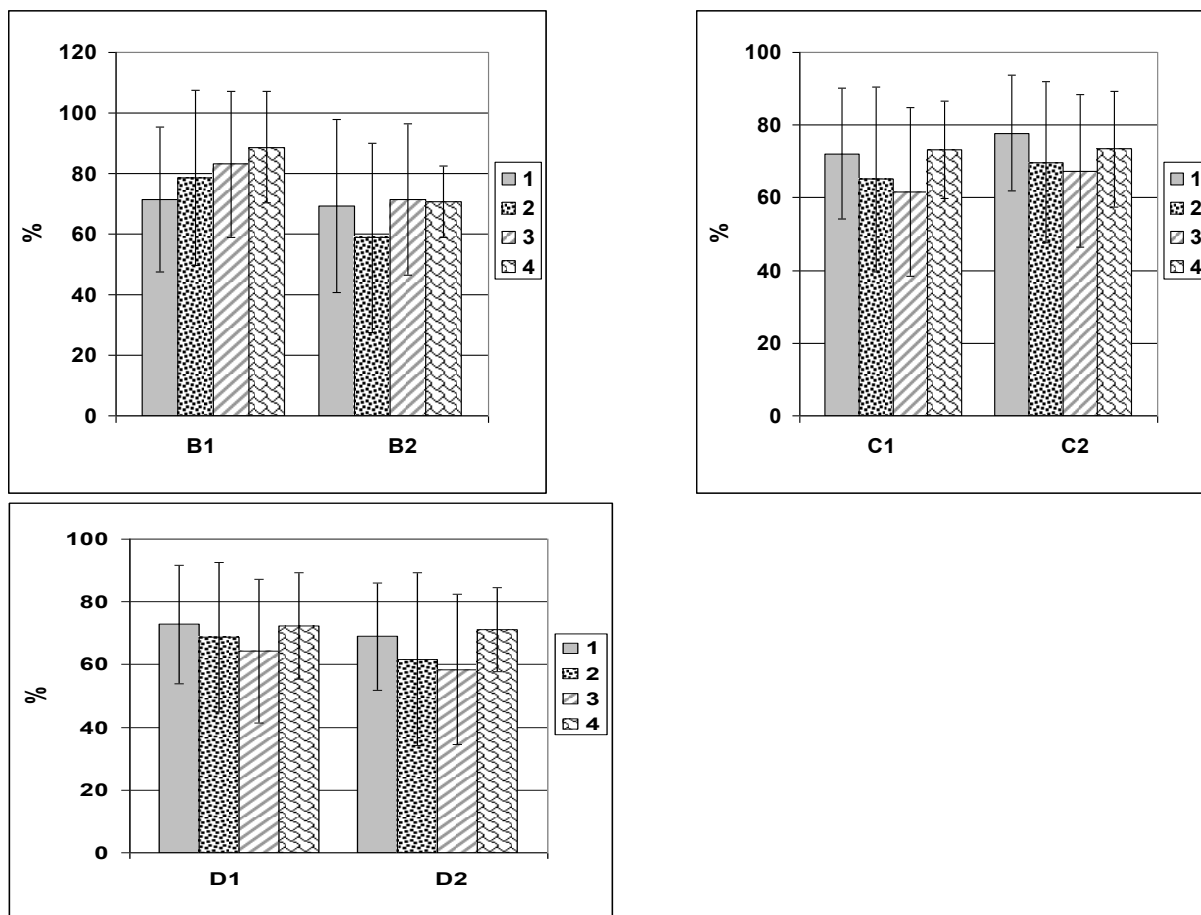


Рисунок 3 – Изменения показателей функционального состояния организма баскетболистов при ингаляциях КГС

Обозначения те же, что в рис. 2

При оценке биоритмов организма с помощью цифрового анализатора «ОМЕГА-С» у спортсменов-волейболистов выявлено, что средние величины уровня и резерва тренированности (В1 и В2) под влиянием физической нагрузки, полученной во время тренировки, имеют тенденцию к повышению показателя В1 с $71,5 \pm 24\%$ до $78,6 \pm 28,8\%$ и снижению значений показателя В2 с $69,3 \pm 28,6\%$ до $58,8 \pm 31,2\%$. Ингаляции КГС повышают показатели уровня и резерва тренированности по сравнению с контрольной группой не только непосредственно после вдыхания КГС (перед тренировкой), но и после физической нагрузки, составляя по В1 в среднем по группам $83,1 \pm 24$ против $71,5 \pm 24$ до тренировки и $88,7 \pm 18,4$ против $78,6 \pm 28,8$ после тренировки, а по В2 $71,3 \pm 25$ против $69,3 \pm 28,6$ и $70,7 \pm 11,7$ против $58,8 \pm 31,2$. Эти отличия не имеют статистической достоверности, вероятно, в силу небольшой выборки, однако свидетельствуют о том, что реакция организма на КГС носит однонаправленный характер.

Тренировочный процесс ведет к снижению показателей нейродинамического анализа – уровня и резерва энергетического обеспечения контрольной группы (С1 с $72,1 \pm 18\%$ до $65,1 \pm 25,5\%$, а С2 с $77,8 \pm 16\%$ до $69,7 \pm 22,2\%$). Ингаляции КГС позволяют, согласно усредненным данным, повысить уровень и резерв энергетического обеспечения организма после тяжелой физической нагрузки (С1 с $61,6 \pm 23,2\%$ до $73,1 \pm 13,4\%$, а С2 с $67,4 \pm 21$ до $73,4 \pm 16,8\%$). Эти отличия не являются статистически значимыми, но они, тем не менее, подтверждают субъективные ощущения спортсменов, отметивших, что ингаляции КГС улучшают их самочувствие, позволяют больше времени отводить тренировочному процессу и быстрее восстанавливаться.

Как показали исследования, физическая нагрузка на тренировочных занятиях приводит к уменьшению значений показателей активности биоритмов мозга – уровня и резерва управления D1 и D2 ($72,8 \pm 19,0$ против $68,8 \pm 23,9$ по D1, и $68,9 \pm 17$ против $61,7 \pm 27,5$ по D2). Ингаляции КГС вызывали повышение средних значений уровня и резерва управления (D1 и D2) после тренировки. В цифровом варианте они составляют по D1 $64,3 \pm 23\%$ против $72,3 \pm 16,9\%$, а по D2 – $58,4 \pm 24\%$ против $71,1 \pm 13,3\%$. Отличия эти не являются статистически значимыми, однако они носят однонаправленный характер, что позволяет сделать заключение о способности КГС гармонизировать активности биоритмов мозга.

В группе спортсменов мужской сборной команды по баскетболу высоки исходные показатели уровня и резерва тренированности. После тренировки в данной группе уменьшались значения B1 и B2 (с $88,0 \pm 20\%$ до $53,4 \pm 31\%$ и $69,5 \pm 21\%$ до $51,8 \pm 25,9\%$, соответственно). В группе баскетболистов, которая принимала ингаляции КГС, после физических нагрузок тренировки показатели B1 и B2 снизились, однако значительно превышали данные, полученные после тренировки контрольной группы и составили, соответственно, по B1 $90,5 \pm 7\%$ и $75,3 \pm 20,7\%$, а по B2 $61,7 \pm 17\%$ и $59,3 \pm 23,0\%$ (рис.3). Тренировочный процесс ведет к достоверному снижению уровня и резерва энергетического обеспечения в контрольной группе с $73,4 \pm 14\%$ до $48,1 \pm 19,1\%$ ($p < 0,05$) по C1 и с $70,7 \pm 15,8\%$ до $51,95 \pm 24,2\%$ по C2 ($p < 0,05$). После ингаляций КГС эти значения составили для C1 – $71,6 \pm 8\%$ до тренировки и $54,7 \pm 22,7\%$ после тренировки, а по C2 – $69,1 \pm 8\%$ до тренировки и $59,2 \pm 20,5\%$ после нее. После тренировочных занятий уменьшились показатели активности биоритмов мозга – уровня и резерва управления (D1 и D2): D1 – с $71,6 \pm 13\%$ до $55,6 \pm 24\%$, а D2 – $73,5 \pm 13\%$ до $48,0 \pm 17,2\%$ ($p < 0,05$). Ингаляции КГС сами по себе не оказали влияния на организацию биоритмов мозга, но при физических нагрузках тренировки в экспериментальной группе отмечено уменьшение падения активности биоритмов мозга: D1 – с $70,8 \pm 5,8\%$ до $61,8 \pm 20,9\%$ и D2 – с $72,0 \pm 10\%$ до $51,8 \pm 22\%$ ($p < 0,05$).

Результаты оценки функционального состояния организма мужчин баскетболистов позволяют сделать вывод, что уровень спортивной формы у них изначально высок, что на тренировках они расходуют много сил, и ингаляции КГС способствуют поддержанию функциональных систем на более высоком уровне.

Таким образом, полученные материалы, прежде всего, подтверждают наши предыдущие наблюдения о том, что ингаляции КГС не оказывают отрицательное воздействие на организм спортсменов [7, 8, 9]. Сами спортсмены субъективно отмечали улучшение самочувствия и более быстрое восстановление после тренировок. Все спортсмены проходили курсы ингаляций с желанием, не зафиксировано ни одного случая отказа. Ингаляции КГС в большинстве случаев приводили к снижению в крови спортсменов напряжения углекислого газа и к увеличению такого кислорода. В целом ряде моментов отмечено улучшение функционального состояния (по результатам обследования на установке «Омега-С») спортсменов обоих видов спорта, которое не всегда было статистически значимым, однако ни в одном случае выявленные сдвиги не свидетельствовали об ухудшении состояния функциональных систем. Ингаляции КГС в случае команды баскетболистов оказывали не такой выраженный эффект, как в команде волейболистов. Возможно это связано с половыми различиями, характером самой игры, так как баскетбол требует больших физических затрат, чем волейбол, а следовательно, в дальнейшей работе при подборе режима ингаляций КГС эти особенности нужно учесть. На основании полученных результатов мы можем констатировать, что применение КГС обеспечивает: повышение аэробной выносливости, что позволяет увеличить время и интенсивность тренировочного процесса, ускоренное восстановление после тренировки, что, в свою очередь, позволяет увеличить интенсивность последующей тренировки. Полученные результаты можно рассматривать как оптимистичную базу для продолжения исследований в данном направлении и перспективность применения ингаляций КГС для достижения высоких спортивных результатов. Исследования по оценке влияния кислородно-гелиевой смеси на организм спортсменов нами продолжаются и проводятся также в группах спортсменов других видов спорта.

Литература:

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов // М.: Советский спорт, 2005–С 318.
2. Дубровский В.И., Реабилитация в спорте, – М.,1991. – С 223
3. Лаптева И.М., Лецкевич Л.В. Гелиокс-терапия больных ХОБЛ. В кн.: Материалы 16 Нац. конгресса по болезням органов дыхания. М. 2006. С. 123
4. Лошкарева Е. О. Сочетанное применение термогелиокса и небулайзерной терапии у больных бронхиальной астмой. // Автореф. дисс.....канд. мед. наук. М. – 2011. 25 с.

5. Маколкин В.И., Подзолков В.И., Самойленко В.И. ЭКГ: клинический анализ и толкование. М.: Гэотар-Мед, 2000–С. 161

6. Михайлова А.В. Фенотипические характеристики и структурно–морфологические особенности миокарда левого желудочка у спортсменов с синдромом дисплазии соединительной ткани сердца: А–т. дис. канд. мед. наук. М.: 2004.

7. Никандров В.Н., Жук О.Н., Домашевич Е.В., Лаптева И.М. Использование ингаляций кислородно–гелиевых газовых смесей при подготовке спортсменов–борцов // Актуальные проблемы подготовки резерва в спорте высших достижений. Материалы Междунар. научно–практ. конфер. Минск, 11–12 ноября 2009 г. В 2 т. Т.2. С. 168–171

8. Никандров В.Н., Жук О.Н., Домашевич Е.В. Опыт использования ингаляций кислородно–гелиевых смесей для повышения работоспособности спортсменов различных видов спорта // Материалы Междунар. научно–практ. конфер. государств – участников СНГ по проблемам физической культуры и спорта: доклады пленарных заседаний. Минск, 27–28 мая 2010 г. Минск: БГУФК, 2010. – 283 с. С. 138–143

9. Никандров В.Н., Жук О.Н., Домашевич Е.В. Особенности функционального состояния организма спортсменов при ингаляциях кислородно–гелиевых смесей // Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології. Тез. докл. V Міжнар. навук. конф, присв. 100–річчю від дня народження проф. П.Д. Харченко та 65–річчю НДІ фізіології ім. академіка Петра Богача. Україна, Київ, 6–8 жовтня 2010 р. С. 138

10. Поздняков Ю.Н., Красницкий В.Б. Практическая кардиология. – М. – Изд. дом Синергия. 2001. – С. 536

11. Уилмор Дж.Х., Костил Д.Л. Физиология спорта // Киев: Олимпийская литература. 2001.– С. 504.

12. Циммерман Ф. Клиническая электрокардиография. СПб.: Бином, 1998.–С. 448.

13. Шмидт Р., Тес Г. – М.: Мир. – 1996. – С.323